



Teratologi

pada Hewan dan Ternak

Bambang Poernomo Soenardirahardjo

Teratologi

pada Hewan dan Ternak

Dr. Bambang Poernomo Soenardirahardjo, drh., M.S.

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga



Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR
Airlangga University Press

Teratologi pada Hewan dan Ternak

Bambang Poernomo Soenardirahardjo

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog Dalam Terbitan (KDT) **Soenardirahardjo, B.P.**

Teratologi pada Hewan dan Ternak/Bambang
Poernomo Soenardirahardjo - Cet.1 -Surabaya:
Airlangga University Press, 2017.
137 hlm.: 23 cm.

ISBN 978-602-6606-27-3

1.Teratologi

I. Judul

571.976

Penerbit:

Airlangga University Press
Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115
Telp. (031) 5992246, 5992247 Fax. (031) 5992248 E-mail: aup.unair@gmail.com

ANGGOTA IKAPI: 001/JTI/95
ANGGOTA APPTI: 001/KTA/APPTI/X/2012
AUP 500/26.666/06.17 (0.05)

Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Pendidikan (LP3) UNAIR
Kampus C Unair, Gedung Kahuripan Lt. 2, Mulyorejo Surabaya 60115
Telp. (031) 59204244 Fax. (031) 5920532 E-mail: p4ua@unair.ac.id

Dicetak oleh:

Pusat Penerbitan dan Percetakan (AUP)
(OC 107/03.17/AUP-A5E)

Cetakan pertama — 2017

Dilarang mengutip dan/atau memperbanyak tanpa izin tertulis dari
Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun.

PRAKATA

Segala pu
sehingga kan
Teratologi de
Teratologi ini
pemerhati da
tentang embr
perkembangan

Meski Bu
buku pegang
bahasa yang
harus menge
mendalami m
terdapat di p
pengetahuan.

Gambar d
termasuk inte
berwarna, ser
karena pertin
peneliti.

Telah lam
dengan label
pelajaran un
mempelajari
masjid, kitab
yang terkait
Akibatnya ter
mempelajari h
untuk memp
untuk memp
abu-abu.

Padahal p
sebagian bes
Teratologi ya
dikaitkan den

PRAKATA

Segala puji bagi Allah swt atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Buku Referensi berjudul Teratologi dengan pembicaraan khusus pada hewan dan ternak. Buku Teratologi ini dibuat sebagai bahan referensi bagi dosen, para ahli, peneliti, pemerhati dan siapa pun yang berminat untuk mendalami lebih lanjut tentang embriologi dan biologi perkembangan. Khususnya tentang patologi perkembangan suatu individu.

Meski Buku Teratologi ini ditulis terutama diperuntukkan sebagai buku pegangan bagi para peneliti, namun buku ini ditulis dengan gaya bahasa yang ringan sehingga juga layak dibaca oleh berbagai pihak tanpa harus mengernyitkan alis. Selanjutnya, diharapkan para pembaca dapat mendalami masalah teratologi menggunakan buku acuan atau majalah yang terdapat di perpustakaan atau sumber lain untuk memperkaya khazanah pengetahuan.

Gambar dan foto yang terdapat buku ini diperoleh dari pelbagai sumber termasuk internet maupun dari buku teks. Beberapa gambar yang seharusnya berwarna, sengaja dicetak hitam putih dengan mengorbankan kualitasnya karena pertimbangan harga jual buku agar tetap terjangkau oleh kantung peneliti.

Telah lama kita ketahui bahwa dalam Pondok Pesantren dan sekolah dengan label Islami, mata pelajaran dibagi atas dua bagian pokok. Mata pelajaran umum dan mata pelajaran agama. Mata pelajaran umum mempelajari bidang yang tidak bersinggungan langsung dengan urusan masjid, kitab suci dsb. Sebaliknya mata pelajaran agama mempelajari hal-hal yang terkait dengan tartil, membaca kitab suci, tata cara sembahyang dsb. Akibatnya terjadi salah konsepsi, seakan-akan mata pelajaran umum hanya mempelajari hal-hal yang berada di luar konteks agama. Jadi pelajaran agama untuk mempelajari berbagai hal yang halal, sebaliknya pelajaran umum untuk mempelajari berbagai hal yang hitam kelam atau setidaknya bidang abu-abu.

Padahal pernyataan itu tidak selalu benar. Pada umumnya atau setidaknya sebagian besar mata pelajaran umum didasarkan atas agama. Lihatlah Teratologi yang mempelajari perkembangan embrio di dalam rahim dapat dikaitkan dengan Surat dan Hadis berikut.

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
 Bab 1 PROSES PERTUMBUHAN EMBRIO (EMBRIOGENESIS)	
Pendahuluan.....	1
Morulasi	6
Blastulasi	8
Gastrulasi	10
Neurulasi.....	12
Rangkuman.....	22
 Bab 2 PROSES PERTUMBUHAN ORGAN (ORGANOGENESIS)	
Pendahuluan.....	23
Ektoderm.....	31
Mesoderm	32
Epimer	32
Mesomer.....	33
Hipomer	34
Endoderm.....	34
Rangkuman.....	37
 Bab 3 PERKEMBANGAN ALAT REPRODUKSI MASA EMBRIONAL	
Pendahuluan.....	39
Sel Germinal Primordial	40
Testis	42
Ovarium	42
Saluran Alat Kelamin.....	45
Ductus Mesonephricus	45
Ductus Paramesonephricus	46
Rangkuman.....	47

Bab 4 PATOLOGI PERKEMBANGAN ORGANISME

Pendahuluan.....	49
Sejarah Perkembangan Teratologi.....	58
Prinsip Teratologi.....	65
Agen Penyebab Teratologi.....	73
Rangkuman.....	87

Bab 5 MEKANISME TERATOGEN

Pendahuluan.....	89
Mekanisme Kejadian Teratogenesis.....	90
Manifestasi Teratogenesis.....	97
Periode Rentan pada Perkembangan Embrio.....	101
Rangkuman.....	112

Bab 6 PERKEMBANGAN ABNORMAL PADA HEWAN

Pendahuluan.....	113
Hambatan Pertumbuhan (Retardasi).....	118
Malformasi Perkembangan.....	122
Kematian Intra Uterine.....	127
Rangkuman.....	133

DAFTAR PUSTAKA.....	135
---------------------	-----

DAFTAR

Gambar 1.
Gambar 2.
Gambar 3.
Gambar 4.
Gambar 5.
Gambar 6.

Gambar 7.
Gambar 8.
Gambar 9.
Gambar 10.
Gambar 11.

Gambar 12.
Gambar 13.
Gambar 14.
Gambar 15.
Gambar 16.
Gambar 17.
Gambar 18.
Gambar 19.
Gambar 20.

Gambar 21.
Gambar 22.

Gambar 23.
Gambar 24.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tahap pembelahan 2 sel hingga 32 sel	6
Gambar 2.	Tahap Morula Akhir	7
Gambar 3.	Tahap perkembangan awal embrio mamalia	9
Gambar 4.	Pembentukan neural tube	13
Gambar 5.	Embrio memasuki tahap organogenesis.....	24
Gambar 6.	Tiga lapisan germinal embrio berkembang menjadi organ dasar selama proses organogenesis	31
Gambar 7.	Pengembangan ketiga lapis dermis.....	35
Gambar 8.	Bibir sumbing pada kucing.....	52
Gambar 9.	Polidaktili pada kucing	53
Gambar 10.	Agenesis pada anak sapi.....	53
Gambar 11.	Kromosom yang mengalami kelainan Sindrom Klenifelter	54
Gambar 12.	Rodensia yang mengalami Sindrom <i>Down</i>	55
Gambar 13.	Foto otak fetus yang mengalami lesi.....	55
Gambar 14.	Dwarfisme pada Domba	57
Gambar 15.	Seekor sapi yang mengalami gigantisme	58
Gambar 16.	Produk Thalidomid berupa kapsul putih	59
Gambar 17.	Kapsul Thalidomide	68
Gambar 18.	Cacat karena mutasi seperti albino.....	74
Gambar 19.	Kucing terpajan Herpes.....	79
Gambar 20.	Perokok pasif atau aktif akan menghisap racun yang berbahaya	86
Gambar 21.	Gambaran virus yang mempunyai efek teratogen.....	87
Gambar 22.	Perbandingan pertumbuhan masa embrional pada beberapa spesies	105
Gambar 23.	Pembentukan rongga blastocoel.....	109
Gambar 24.	<i>Rattus domestica</i> mempunyai ukuran cukup besar	124

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan embriogenesis pada amphioxus, aves, amphibi, dan mamalia	21
Tabel 2. Perkembangan Organ Ayam	29
Tabel 3. Sekilas tentang Thalidomide	59
Tabel 4. <i>Glossary</i> Bahan Teratogenik	71
Tabel 5. Karakterisasi eksposur teratogenik	72
Tabel 6. Bentuk, Rumus, dan Keterangan kromosom.....	74
Tabel 7. <i>Glossary</i> mutan yang menyebabkan cacat pada hewan.....	75
Tabel 8. Perbandingan kejadian cacat lahir dan frekuensi timbulnya	98
Tabel 9. Hubungan waktu perkembangan dengan jenis teratogen dan kelainan yang diakibatkan.....	111
Tabel 10. Penelitian Teratogenesis pada Beberapa Hewan.....	114

BAB 1

PROSES PERTUMBUHAN EMBRIO (EMBRIOGENESIS)

PENDAHULUAN

Embriogenesis adalah proses pertumbuhan embrio. Dimaksudkan dengan proses pertumbuhan bukan hanya penambahan jumlah dan massa sel blastomer embrio, namun juga meliputi perubahan dari aktivitas sel blastomer. Oleh karena itu proses ini lebih tepat disebut dengan proses pembentukan dan perkembangan embrio. Jadi dalam proses pertumbuhan embrio akan terjadi tahapan perkembangan sel setelah mengalami pembuahan atau fertilisasi. (Wilson dan Fraser, 1977^a)

Embriogenesis meliputi pembelahan sel dan pengaturan di tingkat sel. Namun kecepatan pembelahan setiap sel tidak sama. Hasil pembekahan sel pada embriogenesis disebut sebagai sel blastomer. Karena kecepatan pembelahan berjalan tidak sama, maka akan dibentuk sel blastomer yang lambat membelah dan sel blastomer yang membelah lebih cepat. Sel blastomer yang lambat membelah akan tampak lebih besar sehingga disebut makromer. Sedangkan sel blastomer yang membelah lebih cepat akan membentuk sel blastomer yang lebih kecil sehingga disebut sebagai mikromer. (Warkany, 1983)

Embriogenesis merupakan proses perkembangan bentuk zigot. Dari bentuk sederhana satu sel akan berkembang bentuk multiseluler karena terjadi pembentukan organ tubuh (organogenesis). Sehingga terbentuk individu yang fungsional. Proses ini merupakan rangkaian proses: pembelahan, blastulasi, gastrulasi, dan neurulasi. Pembelahan merupakan suatu rangkaian proses mitosis yang berlangsung berturut-turut setelah terjadi fertilisasi. Pembelahan zigot terjadi secara cepat sehingga sel anak tidak sempat tumbuh dan sel anak makin kecil sesuai dengan tingkat perkembangannya. Pada akhir pembelahan menghasilkan sekelompok sel yang kompak dan padat yang disebut morula (Yatim, 1994).

Besar morula tidak jauh berbeda dengan besar zigot, karena selama pembelahan berlangsung, zona pellusida tetap utuh. Sel blastomer yang berada dalam tahap morula akan saling terikat oleh suatu kekuatan yang disebut tigmotaksis. Kekuatan ikatan tersebut akan nampak bila sel blastomer pada tahap

morula pada mencit dipisahkan secara mekanis, blastomer tersebut bergerak tidak menentu. Sel blastomer yang bergerak bebas tersebut akan melekat pada blastomer lain bila saling bersentuhan (Soenardirahardjo, 1990).

Kecepatan pembelahan berbeda-beda tergantung dari tipe sel telur atau jumlah dan penyebaran *yolk* dalam sitoplasma sel telur. Makin banyak jumlah *yolk* makin lambat kecepatan pembelahannya.

Kecepatan pembelahan pada beberapa hewan ternak dapat diketahui berdasarkan perkiraan jumlah waktu (jam/hari) setelah ovulasi. Proses pembelahan terjadi di dalam tuba falopi dan pada akhirnya blastosis masuk ke dalam tanduk rahim. Pada waktu embrio (blastosis) sampai terakhir, cairan rahim mempunyai komposisi kimia yang berlainan dengan komposisi cairan ampula atau isthmus. Hal ini membuktikan bahwa embrio pada waktu muda (2-16 sel) memerlukan medium pertumbuhan yang khusus dan bila sudah masuk tahap lanjut (morula) medium juga harus sesuai. Cairan rahim yang terdapat dalam rahim sesuai untuk morula. Oleh karena itu, bila embrio sampai ke dalam rahim belum berbentuk morula maka embrio ini akan mati. Kecepatan pembelahan berbeda-beda tergantung pada tipe sel telur atau jumlah dan penyebaran *yolk* dalam sitoplasma sel telur. Makin banyak jumlah *yolk* makin lambat kecepatan pembelahannya. Balfour (dalam Poernomo, *et al.* 2004) mengatakan, kecepatan pembelahan sel berbanding terbalik dengan jumlah *yolk* atau:

$$R = \frac{P}{D}$$

Dimaksud dengan R adalah kecepatan pembelahan, P adalah jumlah protoplasma dan D adalah jumlah *yolk*. Apabila sebuah sel telur tidak mempunyai *yolk* ($D = 0$ dan R menjadi tidak terbatas) berarti bahwa sel tersebut sangat cepat membelah. Nilai R kecil pada sel telur yang mengandung banyak *yolk*.

Struktur umum dari sel telur ialah bentuknya bulat atau oval dan nonmotil (tidak bergerak sendiri). Sel telur selalu mengandung *yolk* sebagai sumber nutrisi bagi embrio setelah proses fertilisasi. Luas sel telur dari setiap spesies berbeda-beda. Pada katak, diameternya sekitar 2,0 mm, pada ikan 5 mm, pada manusia 0,15 mm, pada mamalia umumnya antara 0,5 sampai 25 mm dan pada ikan hiu mempunyai diameter yang paling panjang hingga mencapai 140 mm. Menurut Yatim (1994) berdasarkan banyaknya *yolk*, maka sel telur dari beberapa spesies dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu: 1) sel telur yang mengandung banyak *yolk* dan tertimbun pada salah satu area yang disebut *Polylecithal*, sel telur yang mengandung *yolk* dalam jumlah tidak terlalu banyak dan tersebar, tetapi banyak yang tertimbun di daerah vegetal

2. Pembelahan Meroblastik, yang berarti mitosis tidak disertai oleh pembagian *yolk* sehingga pembagiannya adalah inti sel dan sitoplasma di kutub animal. Pembelahan meroblastik terbagi menjadi dua:
 - a. Pembelahan meroblastik *discoidal*: terdapat pada sel telur *politelolecithal* seperti anggota Aves, Reptilia dan Mamalia bertelur.
 - b. Pembelahan meroblastik *superficial*: terdapat pada sel telur *centromesolecithal* seperti anggota *Arthropoda*.

Secara umum, embriogenesis adalah proses pembelahan sel dan diferensiasi sel dari embrio manusia yang terjadi pada saat tahap-tahap awal dari perkembangan hewan dan ternak. Tepatnya, embriogenesis terjadi pada saat spermatozoa bertemu dan menyatu dengan ovum yang disebut fertilisasi. Pada manusia proses ini terjadi pada minggu ke-8 (Langman, 1994). Telah diketahui bahwa, sel embriogenik tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase. Fase awal adalah pembentukan sel zigot yang merupakan sel tunggal yang telah dibuahi. Selanjutnya berkembang sel blastomer sebagai hasil pembelahan sel (*cleavage*). Kemudian diikuti perkembangan fase blastula, gastrula, dan neurula. Akhirnya terbentuk embrio yang merupakan hasil akhir pembentukan individu awal. Tahapan embrionik yaitu fase pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup selama masa embrio yang diawali dengan peristiwa fertilisasi sampai dengan terbentuknya janin di dalam tubuh induk betina.

Secara rinci tahapan fase embrionik tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Fertilisasi

Fertilisasi merupakan proses fusi antara satu sel sperma yang sudah dewasa dan sudah mengalami pematangan selama dalam perjalanan alat reproduksi induk. Kemudian di dalam tuba *Falopii* induk akan mengadakan fusi dengan satu sel ovum yang sudah matang. Proses pembuahan ini terjadi di Ampula, yaitu bagian saluran *Fallopian* yang paling lebar. Fertilisasi akan menghasilkan sel individu baru yang disebut dengan zigot dan akan melakukan pembelahan diri /pembelahan sel (*cleavage*) menuju pertumbuhan dan perkembangan menjadi embrio. Menurut Sudarwati (2012) fertilisasi merupakan proses peleburan dua macam gamet sehingga terbentuk suatu individu baru dengan sifat genetik yang berasal dari kedua parentalnya. Sedangkan menurut Yatim (1990) fertilisasi merupakan masuknya spermatozoa ke dalam ovum. Setelah spermatozoa masuk, ovum dapat tumbuh menjadi individu baru. Spermatozoa yang mengelilingi ovum akan menghasilkan enzim hialuronidase, yaitu enzim yang memecah protoplasma pelindung ovum agar dapat menembus ovum dengan sedikit lebih mudah. Enzim tersebut

ai oleh pembagian
di kutub animal.

elur *politelolecithal*

r.

pada sel telur

belahan sel dan

saat tahap-tahap

riogenesis terjadi

um yang disebut

(Langman, 1994).

kembang melalui

g merupakan sel

blastomer sebagai

gan fase blastula,

pakan hasil akhir

bertumbuhan dan

g diawali dengan

alam tubuh induk

uraikan sebagai

rma yang sudah

alam perjalanan

lopii induk akan

matang. Proses

ran *Fallopia* yang

baru yang disebut

/pembelahan sel

jadi embrio.

es peleburan dua

ngan sifat genetik

urut Yatim (1990)

m ovum. Setelah

ividu baru.

hasilkan enzim

pelindung ovum

h. Enzim tersebut

merusak korona radiata dan memudahkan penembusan zona *pellucida* hanya untuk satu sperma saja. Badan dan ekor sperma terpisah dari kepala segera setelah masuk ke dalam ovum. Segera setelah kedua sel bersatu, kumparan kutub kedua dalam inti (nukleus) ovum mengalami pembelahan meiosis kedua dan mampu bersatu dengan inti sperma, sehingga terbentuk kromosom diploid (2n).

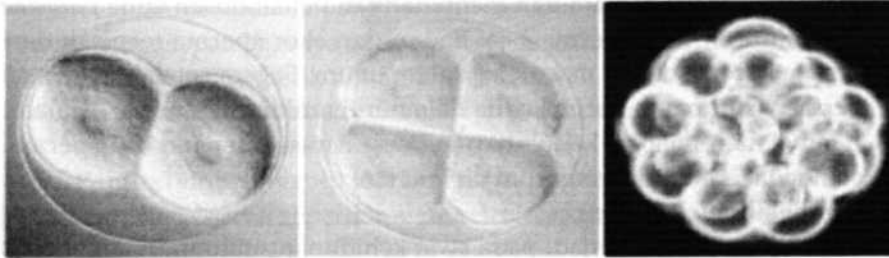
b. Pembelahan/*cleavage*

Proses pembelahan terjadi pada awal kehidupan suatu individu. Proses pembelahan ini merupakan pembelahan sel blastomer tanpa disertai dengan pertambahan massa sel. Sehingga terjadi proses pembelahan sel tanpa diikuti oleh pertumbuhan sel atau ekspresi gen. Pembelahan atau *cleavage* atau juga disebut segmentasi, terjadi setelah pembuahan. Zigot membelah berulang kali sampai terdiri dari berpuluh sel kecil. Sel ini disebut blastomer. Pembelahan itu dapat meliputi seluruh bagian, dapat pula hanya pada sebagian kecil zigot. Pembelahan ini terjadi secara mitosis, meskipun terkadang juga diikuti pembelahan inti yang terus menerus tanpa diikuti sitoplasma.

Saat fertilisasi, seluruh sel spermatozoa menembus dinding sel telur dan masuk ke dalam sitoplasma sel telur. Menurut Poernomo *et al.* (2004) bagian ekor dan lehernya ikut masuk ke dalam sel telur, meskipun belum diketahui manfaatnya. Selanjutnya, inti sel (nukleus) telur dan inti sel sperma membentuk pronukleus betina dan pronukleus jantan. Kedua pronukleus tersebut mengadakan fusi di bagian tengah sel telur pada daerah yang disebut titik Amphigoni. Setelah bersatu, sel ovum yang awalnya haploid berubah menjadi zigot yang diploid. Selanjutnya sambil bergerak ke arah uterus (rahim), zigot membelah berkali-kali. Zigot membelah diri menjadi 2, 4, 8, 16, dan seterusnya.

c. Pembentukan blastokista, *embrioblast*, dan rongga amnion

Pada waktu waktu *morulla* memasuki rongga rahim, maka cairan rahim mulai menembus zona pelusida. Cairan tersebut masuk ke dalam ruang antar sel yang ada pada *inner cell mass*. Selanjutnya ruang antar sel menyatu, dan akhirnya terbentuklah sebuah rongga. Rongga ini disebut sebagai blastosul. Pada saat ini embrio dikenal sebagai blastokista. Sel di dalam *inner cell mass* berkembang menjadi embrio yang disebut *embrioblast*. Sedangkan sel di luar *inner cell mass* akan menjadi *trofoblast*. Sel *trofoblast* akan menipis dan membentuk dinding epitel untuk blastokista yang selanjutnya menjadi bagian dari plasenta yang disebut rongga amnion. Segera setelah terbentuk rongga amnion maka proses implantasi dapat dimulai.



Gambar 1. Tahap pembelahan 2 sel hingga 32 sel. (Sumber: <http://abisjatuhbangunlagi.wordpress.com/2017/03/18/pertumbuhan-dan-perkembangan->)

d. Cakram embrio trilaminar

Embrioblas yang berasal dari *inner cell mass* akan berdiferensiasi menjadi epiblas dan hipoblas. Kedua lapis sel ini akan menjadi cakram embrio bilaminar. Pada manusia biasa terjadi menjelang hari ke-8 sampai hari ke-9. Selanjutnya epiblas akan membentuk rongga amnion. Pada saat yang sama hipoblas akan membentuk rongga eksoselom. Rongga ini merupakan cikal bakal kantung *yolk* primitif. Selanjutnya, terjadi proses gastrulasi. Pada gastrulasi epiblas berdiferensiasi menjadi tiga lapisan germinal, yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm. Sehingga pada akhir fase ini terbentuk cakram embrio trilaminar.

MORULASI

Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi *blastodisc* kecil yang membentuk dua lapisan sel. Pada saat ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub animal. Stadium morula berakhir apabila pembelahan sel sudah menghasilkan blastomer. Blastomer kemudian memadat menjadi *blastodisc* kecil membentuk dua lapis sel.

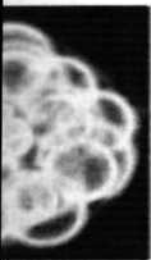
Morula adalah suatu bentukan sel seperti bola (bulat) akibat pembelahan sel terus menerus. Keberadaan antara satu dengan sel yang lain adalah rapat. Ketika zigot telah terbentuk, dengan terbentuknya zigot maka dimulailah pembelahan mitosis pada zigot yang dikenal dengan tahapan pembelahan (*cleavage*). Setelah itu zigot berubah bentuk dari sel tunggal menjadi sebuah masa sel yang solid/padat disebut morula.

Gambar 2.

Pada telur. Men sperma, sempit be abu-abu t sperma.

Yolk o pada kat vegetal, s pembelahan sel meman horisonta

Sel bu sedikit yol sedikit, m ukuran b delapan s memperli

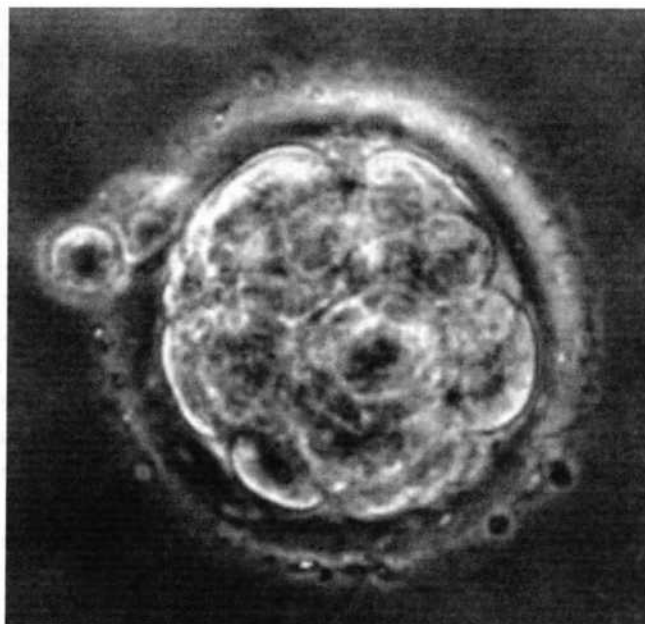


tumbuhbangun lagi.
(n-)

asiasi menjadi
kram embrio
8 sampai hari
on. Pada saat
a. Rongga ini
terjadi proses
i tiga lapisan
hingga pada

sel berjumlah
astomer yang
but memadat
sel. Pada saat
ng dan mulai
mal. Stadium
an blastomer.
utuk dua lapis

t pembelahan
adalah rapat
a dimulailah
pembelahan
menjadi sebuah



Gambar 2. Tahap Morula Akhir. (Sumber: <http://abisjatumbuhbangunlagi.wordpress.com/2017/03/18/pertumbuhan-dan-perkembangan->)

Pada amfibia, saat fertilisasi terjadi pengaturan kembali sitoplasma sel telur. Membran plasma dan korteks berotasi menuju titik tempat masuknya sperma, sehingga membuka daerah pada sitoplasma yang berbentuk pita sempit berwarna abu-abu muda (bulan sabit abu-abu/grey crescent). Sabit abu-abu terletak dekat ekuator berseberangan dengan tempat masuknya sperma.

Yolk cenderung menghalangi pembelahan, akibatnya pembelahan zigot pada katak terjadi lebih cepat pada belahan animal dibanding belahan vegetal, sehingga menghasilkan embrio dengan ukuran berbeda-beda. Dua pembelahan pertama terjadi secara polar (vertikal) sehingga dihasilkan empat sel memanjang dari kutub animal ke kutub vegetal. Pembelahan ketiga secara horisontal (ekuatorial), hingga dihasilkan 8 sel.

Sel bulu babi (*sea urchin*) dan kebanyakan hewan lainnya mempunyai lebih sedikit *yolk*, tetapi masih mempunyai sumbu animal-vegetal. Karena *yolk* yang sedikit, maka kelajuan pembelahannya hampir sama, sehingga menghasilkan ukuran blastomer yang hampir sama. Pola pembelahan sampai tahapan delapan sel untuk golongan hewan *echinodermata*, *chordata*, dan *deuterostomata* memperlihatkan pola yang hampir sama dengan amfibia.

Pada akhir pembelahan akan dihasilkan dua kelompok sel. Pertama kelompok sel utama (blastoderm), yang meliputi sel formatik atau gumpalan sel dalam (*inner mass cells*), fungsinya membentuk tubuh embrio. Kedua adalah kelompok sel pelengkap, yang meliputi *trophoblast*, *periblast*, dan *auxilliary cells*. Fungsinya melindungi dan menghubungi antara embrio dengan induk atau lingkungan luas.

Trophoblast melekat pada dinding uterus. Selnya memperbanyak diri dengan cepat dan memasuki epitelium uterus pada tahap awal implantasi. Setelah 9 hari, seluruh blastokista tertahan dalam dinding uterus. Sewaktu ini berlangsung, sel yang berada di sebelah bawah dari masa sel dalam menyusun diri menjadi suatu lapisan yang disebut endoderm primer yang akan membentuk saluran pencernaan makanan. Sel sisa dari masa sel dalam memipih membentuk suatu keping yaitu keping embrio. Antara keping embrio dan *trophoblast* yang menutupi akan timbul rongga (rongga amnion) yang berisi cairan. Dinding rongga yaitu amnion, menyebar mengelilingi embrio dan dikelilingi bantalan yaitu cairan amnion. Berikut gambar yang berkaitan dengan morulasi:

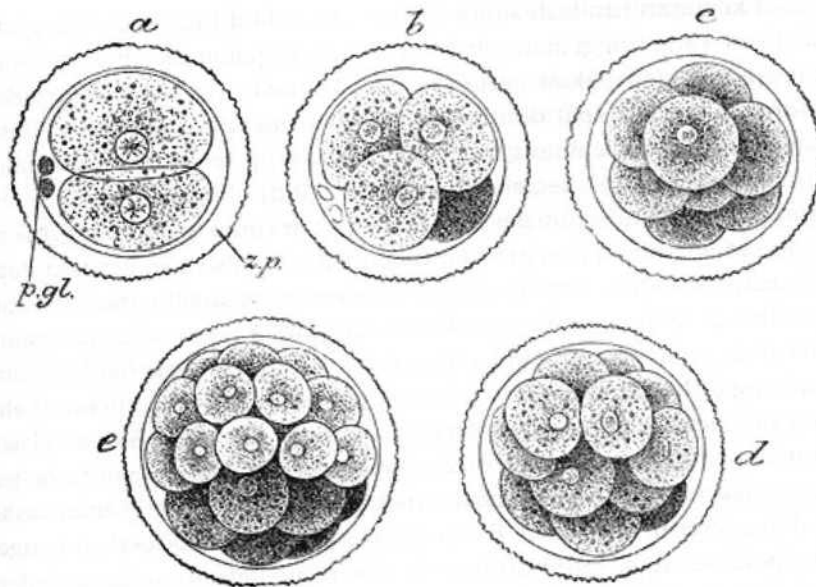
BLASTULASI

Blastulasi merupakan proses pembentukan blastula. Blastula dapat dibedakan dari morula, karena blastula memiliki suatu ruangan yang disebut Blastosul. Berdasarkan ada atau tidaknya blastosul, maka dapat dibedakan atas: 1) Blastula berongga (suloblastula) yang terdapat pada blastula katak dan *Amphioxus*, dan 2) Blastula tidak berongga (*stercoblastula*) yang terdapat pada blastula ikan dan *Amphibia*. Lapisan blastomer yang mengelilingi blastosul terdiri atas satu lapis atau lebih.

Berdasarkan ada tidaknya sel tropoblas, blastula dapat dibedakan atas blastula bertropoblas yang terdapat pada blastula reptil, aves dan mamalia,; serta blastula tidak bertropoblas yang terdapat pada blastula katak dan *Amphioxus*.

Pada blastula bertropoblas dapat dibedakan dua macam sel, yaitu *formative cells* (sel utama), yaitu sel yang nantinya akan membentuk sel tubuh embrio, dan *auxiliary/tropoblas* (sel pelengkap), yaitu sel yang berfungsi sebagai selaput pelindung dan merupakan jembatan penghubung antara induk dan embrio. sel tropoblas berkembang lebih awal daripada sel utama.

Pada blastula embrio unggas, sel utama terletak di bagian tepi berbentuk seperti cakram yang disebut Diskoblastula. pada fase blastula dikenal istilah potensi, yaitu kesanggupan sel untuk berdiferensiasi. Totipoten adalah kesanggupan blastomer untuk berdiferensiasi secara luas,



Keterangan:

z.p. = Zona pelusida, p.gl. = Polar body.

a = Tahap dua-sel; b = Tahap empat sel; c = Tahap delapan-sel; d dan e = Tahap morula.

Gambar 3. Tahap perkembangan awal embrio mamalia. (Sumber: Staveley, 2011)

yaitu kemampuan setiap sel blastomer untuk berkembang sempurna adalah sama (*equipoten*). Apabila potensi sel blastomer sudah sedemikian terbatas, maka dikatakan sel blastomer disebut unipoten. Teknik transplantasi sering dipakai sebagai penunjang untuk menetapkan daerah permukaan blastula yang sudah ditetapkan (*preformed*). Tiga macam transplantasi, yaitu: 1) Transplantasi autoplastik (pemindahan jaringan dalam satu tubuh embrio), 2) Transplantasi hemoplastik (pemindahan jaringan antar embrio yang sejenis), dan 3) Transplantasi senoplastik (pemindahan jaringan antar jenis tapi masih segenus).

Chile (dalam Poernomo dkk, 2004) yang mengembangkan dasar teori gradien dan dikenal dengan *Theory of Physiological Gradient* mengamati tubuh cacing yang terpotong-potong melintang dan bagian yang hilang mengalami regenerasi. Potongan anterior akan tumbuh kepala dan posterior akan tumbuh ekor. Hal ini menunjukkan tiap potongan mempunyai polaritas faal. Pada teknik pewarnaan vital, pola metabolisme blastula ditetapkan berdasarkan derajat pengurangan intensitas warna.

Pusat kegiatan tumbuh suatu bagian blastula ditandai oleh kegiatan metabolisme yang tinggi atau sebaliknya, yaitu kegiatan metabolisme suatu bagian embrio merupakan petunjuk bagi kegiatan perkembangan. Pada sel telur urachin terdapat dua faktor yang berinteraksi antagonis. Untuk mencapai normal perkembangan, maka kedua faktor tersebut berada dalam kesetimbangan. Sebaran kegiatan faktor tersebut disebut gradien.

Arah gradien kutub animal berlawanan dengan kutub vegetal yang dikenal dengan gradien animal dan gradien vegetal. Kesetimbangan gradien dapat dipengaruhi oleh bahan kimia yang dapat menekan salah satu gradien kutub. Bila gradien animal yang ditekan oleh bahan kimia (seperti garam *lithium*, *natrium azide*, *dinitrophenol*), maka terjadi vegetalisasi embrio (embrio lebih berkembang di kutub vegetal). Ion *lithium* menekan konsumsi peningkatan oksigen yang terjadi pada awal gastrulasi, sedang *azide* mengaktivasi sistem sitokrom oksidase dan *dinitrophenol* mengganggu pernafasan dengan mencegah fosforisasi oksidatif, yaitu pembentukan ikatan-ikatan kaya energi antara asam fosfor dan adenosin *diphosphat*. Bahan kimia yang menekan perkembangan kutub vegetal sehingga kutub animal lebih berkembang (animalisasi), seperti seng (Zn), air raksa (Hg), tripsin, khimotripsin, zat warna yang mempunyai gugus sulfonik (HSO_3) seperti *evans blue/trypan blue/congo red* atau yang mempunyai gugus karboksil (COOH), seperti uranin dan *rose bengal*.

GASTRULASI

Gastrulasi adalah proses pembentukan ketiga daun kecambah, yaitu ektoderm, mesoderm, dan entoderm. Gastrulasi erat hubungannya dengan pembentukan susunan saraf (neurulasi), penjelmaan bentuk tubuh primitif dan merupakan periode kritis perkembangan. Sejak blastula, daerah ektoderm, mesoderm, entoderm, *notochord* dan daun saraf dapat ditentukan dengan teknik pewarnaan vital. Pada gastrulasi, terjadi rentetan perpindahan daerah tersebut dari permukaan blastula ke sebelah dalam menuju tempat-tempat definitif.

Gastrulasi merupakan proses dimana sel berkembang dan bermigrasi dalam embrio untuk mengubah masa sel dalam tahap blastokista menjadi embrio yang berisi tiga lapisan germinal primer. Migrasi sel tersebut terjadi secara terintegrasi yang dilakukan melalui berbagai macam gerakan-gerakan morfogenik. Hasil penting gastrulasi adalah bahwa beberapa sel pada atau dekat permukaan blastula berpindah ke lokasi baru yang lebih dalam. Hal ini akan mentransformasikan blastula menjadi embrio berlapis tiga yang disebut dengan gastrula. Saat blastula terimplantasi di uterus, masa sel bagian dalam membentuk cakram pipih dengan lapisan sel bagian atas (epiblast) dan lapisan

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, and Walter P. 2002. *Molecular Biology of The Cell*. New York and London: Garland Science NCBI Books.
- s.n. 2009. *Turunan Mesoderm*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Mataram: Diakses dari <http://dosyin.blogspot.com>. Pada tanggal 18 Maret 2014.
- s.n. 2011. <http://cari-nur.blogspot.com/2011/08/down-sindrom.html>
- s.n. 2012. http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=s=Gastrulation#Human_Gastrulation
- s.n. 2012. http://www.ehd.org/flash.php?mov_id=5&language=40&illustrated=1
- s.n. 2012. <http://abisjatuhbangunlagi.wordpress.com/2012/12/30/pertumbuhan-dan-perkembangan-1/>
- s.n. 2012. http://www.ehd.org/flash.php?mov_id=7&language=40&illustrated=1
- s.n. 2012. http://www.ehd.org/flash.php?mov_id=7&language=40&illustrated=1
- s.n. 2013. *Teratologi*. Diakses dari <http://bioedulima.blogspot.com/2013/04/teratologi-pada-manusia-8.html> pada tanggal 9 Maret 2017.
- s.n. 2017 <http://epyfkh.blog.unair.ac.id/category/teratologi/>
- s.n. 2017 <http://www.fkh.unair.ac.id/materi/materi%20kuliah%20embriologi/12-Patologi%20Perkembangan.ppt>
- s.n. 2017 http://id.wikipedia.org/wiki/Sindrom_Klinefelterwinxworld30.blogspot.com
- s.n. 2017 <http://www.ayahbunda.co.id/Artikel/Gizi+dan+Kesehatan/kelainan.jaripolidaktili.pada.bayi/001/00/1282/1/4>
- s.n. 2017. http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Main_Page
- s.n. 2017. <http://www.scribd.com/doc/21126249/gastrulasi>
- s.n. 2017. *Nature Neuro Scienc*e. Diakses dari http://www.nature.com/neuro/journal/v5/n2/fig_tab/nn0202-87_F1.html pada tanggal 15 Maret 2017.
- s.n. 2017. www.sith.itb.ac.id/.../Gastrulasi_Final.pdf
- s.n. 2017. http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=File:Human_Carnegie_stage_1-23.jpg

- s.n. 2017: <http://abisjatuhbangunlagi.wordpress.com/2017/03/18/pertumbuhan-dan-perkembangan>
- s.n. 2017. <http://www.google.co.id/#hl=id&q=blastula+mamalia&meta=&aq=&oq=blastula+mamalia&fp=7e99b3a5df14a093>
- s.n. 2017. <http://images.google.co.id/images?hl=id&q=manusia&gbv=2> <http://sectioca.daveris.wordpress.com/artikel-kedokteran/pertumbuhan-dan-perkembangan-pada-masa-embriogenik-dan-masa-janin/>
- s.n. 2017. <http://spfaust.wordpress.com/2011/05/15/hemophiliacs-hope-for-positive-changes-with-health-care-insurance-reform>
- s.n. 2017 <http://herd-it.org/herpes-simplex/>
- s.n. 2017 <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3477/1/kedokteran-man-syur.pdf>
- s.n. 2017 <http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Birth>
- Basic. 2003. *Notochord and Neural Tube Formation*. Diakses dari http://missinglink.ucsf.edu/lm/ids_101_embryology_basics/notochord_and_neural_tube_formation.htm
- Berry, CL and Poswillo, DE. 1975. *Trend and Applications*. New York: Springer-Verlag.
- Canadian. 2010. *Migrate Along Specific Pathway*. Diakses dari http://thebrain.mcgill.ca/flash/i/i_09/i_09_cr/i_09_cr_dev/i_09_cr_dev.html pada tanggal 15 Maret 2017.
- Dana. 2013. *Building Blocks in The Brain*. Diakses dari <https://www.dana.org/news/brainhealth/detail.aspx?id=10050> pada tanggal 4 April 2013.
- Davidson. 2009. *Neural Tube Closure Requires Dishevelled-Dependent Convergent Extension Of The Midline*. Diakses dari <http://dev.biologists.org/content/129/24/5815/F1.expansion.html> pada tanggal 4 April 2013.
- Fayazza. 2011. *Kelainan pada Proses Perkembangan Embrio*. Diakses dari <http://fayazza.blogspot.com/2011/01/teratologi-kelainan-pada-proses.html> pada tanggal 9 Maret 2017.
- Guelph. 2012. *Neural Tube Development*. Diakses dari <http://www.uoguelph.ca/zoology/devobio/210labs/neuraldevel1.html> pada tanggal 4 April 2013.
- Inmha. 2004. *Form Fertilization To Embryo*. Diakses dari http://thebrain.mcgill.ca/flash/d/d_09/d_09_cr/d_09_cr_dev/d_09_cr_dev.html
- Loolie. 2013. *Development Of Neural Tube*. Diakses dari http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Development_of_the_neural_tube.png pada tanggal 4 April 2013.
- Persaud, TA. dan Chudley SR. 1985. *Basic Concept in Teratology*. New York: AR. Liss, Inc.
- Poernomo, B., Mafruchati, M., Widjiati, Luqman, EM., Masithah, ED, dan Mukti, AT. 2004. *Penuntun Embriologi Edisi 3*. Surabaya: Pustaka Melati.

- Soenardirahardjo, BP. 1990. Kajian Manipulasi Mudigah pada Tikus. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Soenardirahardjo, B.P (Ed.). 2011. *Buku Ajar Embriologi*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sumiarsih, S. 2012. *Makalah Embrio Manusia*. Diakses dari <http://sri-sumiarsih.blogspot.com/2012/01/makalah-embryo-manusia.html>
- Staveley, BE. 2011. *Molecular and Developmental Biology*. Newfoundland: Department of Biology. Memorial Biology of Newfoundland. (http://www.mun.ca/desmid/brian/BIOL.3530/DB_01/DBNHist.html)
- Sudarmaji, Adi Heru Sutomo dan Agus Suwarni. 2004. Konsumsi Ikan Laut, Kadar Merkuri dalam rambut, dan kesehatan nelayan di Pantai Kenjeran Surabaya. Universitas Airlangga.
- Warkany, J. 1983. *Issues and Reviews in Teratology volume I*, edited by Kalter H. New York: Plenum Press.
- Wilson, JG. dan Fraser FC, 1977a. *Handbook of Teratology. Volume I, General Principles and Ethiology*. New York: Plenum Press.
- Wilson, JG. dan Fraser FC. 1977b. *Handbook of Teratology Volume II, Mechanism and Pathogenesis*. New York: Plenum Press.
- Yatim, W. 1990. *Reproduksi dan Embriologi*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- . 1994. *Embriologi untuk Mahasiswa Biologi dan Kedokteran*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Yohana. 2007. *Perkembangan Hewan*. DDC 580 / ISBN 9796897571 : <http://pustaka.ut.ac.id> .



Teratologi

pada Hewan dan Ternak



Airlangga University Press

Kampus C Universitas Airlangga
Mulyorejo, Surabaya 60115
Telp. (031) 5992246, 5992247
Fax. (031) 5992248
E-mail: aup.unair@gmail.com

ISBN 978-602-6606-27-3



9 786026 606273